



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2020

---

## **Parodontale Komplikationen nach intraossärer Anästhesie**

Laux, Michael ; Schmidlin, Patrick R

**Abstract:** During intraosseous anesthesia (IOA), the cancellous bone is infiltrated directly with the anesthetic through the cortical bone. Advantages of IOA are seen in the immediate onset of action without co-anesthetics of the surrounding soft tissue and in the low dosage. The industry-supported statement that no necroses of the periodontal structures are to be feared and that there is no risk of fracture of the injection needle is refuted by clinical progress reports from the practice. These risks are rarely mentioned in current studies; on the contrary - IOA continues to be presented as particularly low in complications. In contrast, more attention should be paid to whether necrotic bone changes can be displayed over time, which may be related to the anesthesia technique. It would be desirable to systematically conduct clinical studies in the future with the aim of recording possible long-term damage by the IOA. In the present study, this type of anesthesia is evaluated with regard to its clinical application and periodontal risks, and possible examples of the course of complication are radiographically presented and discussed based on the rather scarce literature.

Other titles: Periodontal complications with intrabony anesthesia

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-194479>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Laux, Michael; Schmidlin, Patrick R (2020). Parodontale Komplikationen nach intraossärer Anästhesie. *Swiss Dental Journal*, 130(12):995-999.

**MICHAEL LAUX<sup>1</sup>**  
**PATRICK R. SCHMIDLIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Privatpraxis, Andelfingen,  
Schweiz

<sup>2</sup> Klinik für Zahnerhaltung  
und Präventivzahnmedizin,  
Zentrum für Zahnmedizin,  
Universität Zürich

#### KORRESPONDENZ

Prof. Dr. Patrick R. Schmidlin  
Klinik für Zahnerhaltung und  
Präventivzahnmedizin  
Zentrum für Zahnmedizin  
der Universität Zürich  
Plattenstrasse 11  
CH-8032 Zürich  
Tel. +41 44 634 34 17  
E-Mail:  
patrick.schmidlin@zzm.uzh.ch



## Parodontale Komplikationen nach intraossärer Anästhesie

Fallbeschreibungen und Literaturübersicht

#### SCHLÜSSELWÖRTER

Intraorale Anästhesie, parodontale  
Komplikationen, Septumnekrose,  
Nadelfraktur

**Bild oben:** Intraossäre Anästhesie (IOA)

#### ZUSAMMENFASSUNG

Bei einer intraossären Anästhesie (IOA) wird die Knochenspongiosa direkt mit dem Anästhetikum durch die Kortikalis infiltriert. Pluspunkte der IOA werden im sofortigen Wirkungseintritt ohne Mit-anästhesie der umgebenden Weichteile und in der geringen Dosierung gesehen. Die durch die Industrie gestützte Aussage, dass keinerlei Nekrosen der parodontalen Strukturen zu befürchten sind oder kein Frakturrisiko der Injektionsnadel besteht, wird durch klinische Erfahrungsberichte aus der Praxis widerlegt. In den aktuellen Studien werden diese Risiken kaum erwähnt; im Gegenteil – die IOA wird weiterhin vielmehr als besonders komplikationsarm dargestellt. Basierend auf

präsentierten Erfahrungen und der Literatur sollte trotzdem vermehrt darauf geachtet werden, ob sich im zeitlichen Verlauf nekrotische Knochenveränderungen darstellen lassen, die gegebenenfalls mit der Anästhesietechnik in einem kausalen Zusammenhang stehen. Wünschenswert wäre, künftig klinische Studien mit dem Ziel der Erfassung möglicher Langzeitschäden durch die IOA systematisch durchzuführen. In der vorliegenden Arbeit wird diese Anästhesiealternative hinsichtlich ihrer klinischen Anwendungsbereiche und parodontalen Risiken bewertet und mögliche Beispiele von Komplikationsverläufen werden radiologisch präsentiert und diskutiert.

## Einleitung

Eine erfolgreiche Zahnmedizin ohne gezielte und sichere Schmerzausschaltung wäre ohne Lokalanästhesie auch heute unmöglich. Sie ist die sicherste, effektivste und unkomplizierteste Methode der Schmerzausschaltung. Am häufigsten werden die intraorale Infiltrations- und Leitungsanästhesie angewendet (NIESEL & VAN AKEN 2003). Der Indikationsbereich der Infiltrationsmethode wird überall dort gesehen, wo die spongiöse Knochenqualität des Alveolarfortsatzes eine Medikamentendiffusion erlaubt. Diese Voraussetzung ist vor allem bei der Maxilla und der anterioren Mandibula gegeben. Hier können im Vestibulum einfach Depots des Anästhetikums gesetzt werden, wobei die Anästhesielösung durch die nicht zu dicke und dichte vestibuläre Knochenwand in den Wurzelspitzenbereich diffundiert und gezielt die Reizweiterleitung ausschaltet. Risiken der Infiltration sind zum einen Weichteilverletzungen im Bereich der anästhesierten Lippen- und Wangenschleimhaut unmittelbar nach der Behandlung. Des Weiteren kann eine ungewollte Gefässinjektion kardiovaskuläre Komplikationen auslösen. Seltenere ist eine Bildung von Hämatomen bei der Verletzung von Gefässen oder *Plexus* (NIESEL & VAN AKEN 2003).

Im unteren Molarenbereich ist die vestibuläre Knochenwand (Kompakta) meist so dicht, dass das Lokalanästhetikum nicht in genügendem Mass hindurchdiffundieren kann. Daher kommt hier die Leitungsanästhesie des *Nervus alveolaris inferior* zum Einsatz. Hierbei kann in der Regel eine einzige Injektion pro Quadrant die Schmerzfürsorge bis zu mehreren Stunden garantieren. Das Depot des Anästhetikums wird im Bereich des *Spatium pterygomandibulare* gesetzt. Da bei dieser Anästhesiemethode neben den umliegenden Weichgeweben auch die Zunge (*N. lingualis*) betäubt wird, besteht ein nicht unerhebliches Risiko für Bissverletzungen. Auch hier besteht die Gefahr, das Lokalanästhetikum versehentlich direkt in ein grösseres Blutgefäss zu injizieren. Eine direkte Injektion in den Nerv ist zwar eher unwahrscheinlich, wird aber als aufklärungspflichtiges Risiko ausgewiesen. Wird das Anästhetikum zu weit dorsal im Oberkiefer verabreicht, so kann auch der *Nervus facialis* temporär betroffen sein und eine reversible Parese der innervierten Muskulatur auslösen (STEGERS 2004). Schmerzhafte Verletzungsmöglichkeiten bestehen im Rahmen von Periostläsionen durch Nadelreizung.

Insgesamt treten bei etwa fünf Prozent der Patienten Komplikationen und/oder Nebenwirkungen auf, die unmittelbar mit der zahnärztlichen Anästhesie in Zusammenhang stehen (NIESEL & VAN AKEN 2003). Das Risiko ist deutlich erhöht, wenn die Betroffenen Vorerkrankungen aufweisen oder unter einer Zahnarztphobie leiden. Dabei sollte zwischen Nebenwirkungen, einer Überdosierung, lokalen toxischen Effekten und allergischen Reaktionen differenziert werden.

Aufgrund der oben genannten möglichen Risiken und Bemühungen, diese zu reduzieren, wurde immer wieder nach Modifikationen dieser beiden gängigen Anästhesieformen gesucht. Zwei bekannte Beispiele dafür sind die intraossäre Anästhesie (IOA) und die intraligamentäre Anästhesie (ILA) (PRÖBSTER 2012; FARHAD ET AL. 2018).

Die IOA wurde vor etwa 40 Jahren in Frankreich entwickelt (VILLETTE 1984). Ursprünglich wurde hierfür ein Loch in die Kompakta gebohrt, durch das die Injektion erfolgte. Heute ist es mit Hilfe von speziell entwickelten Kanülen möglich, sowohl den Knochen zu perforieren als auch das Anästhetikum gleichzeitig und dosiert zu applizieren. Als Vorteil dieser Methode wird genannt, dass das Lokalanästhetikum direkt die periapikale Region und damit den Axonbereich des betroffenen Nerven erreicht. Somit setzt die Wirkung nahezu ohne Zeitverzögerung ein, und es wird nur wenig Anästhesielösung benötigt. Da die Schmerzausschaltung sehr gezielt erfolgt, besteht zudem ein geringeres Risiko für akzidentelle Selbstverletzungen durch die Mitanaästhesie von Weichgeweben. Auch eine versehentliche Gefässinjektion ist ausgeschlossen (PRÖBSTER 2012).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, anhand einiger weniger Beispiele aus der Klinik selten auftretende, aber dennoch mögliche dokumentierte Fälle irreversiblen Attachmentverlustes nach IOA zu beschreiben und die Literatur hinsichtlich möglicher parodontaler Komplikationen aufzuarbeiten und kritisch zu bewerten.

## Behandlungsbeispiele

Nachfolgende kurze Fallbeschreibungen zeigen Komplikationen, die nach IOA-Behandlung entstanden sind (QuickSleeper, Dental Hi Tec, Mazières-en-Mauges, Frankreich).

Im Rahmen einer langjährigen klinischen Tätigkeit wurden Komplikationen im Zusammenhang mit IOA dokumentiert; drei eindrucksvolle Fälle werden im Folgenden kurz beschrieben.

### Fall 1

Patientin: Jahrgang 1986, Nichtraucherin, allgemeinmedizinisch gesund

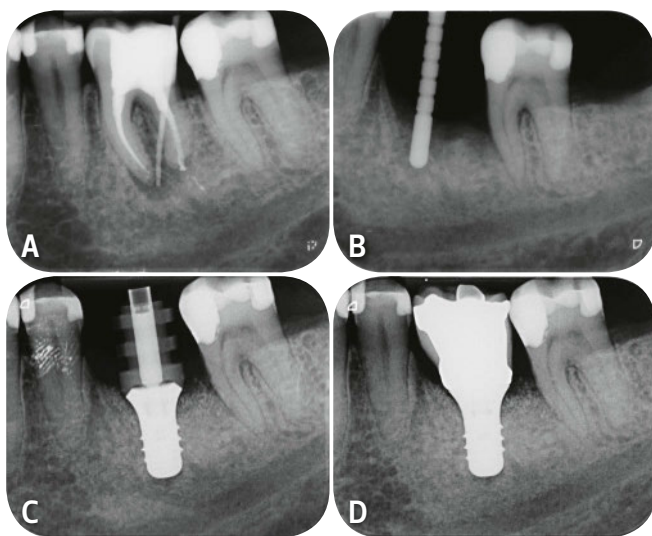
Indikation: gangränöser Zahn 36 mit Sekundärkaries, Karies 35 distal

Therapie: Wurzelbehandlung des Zahnes 36 in zwei Sitzungen jeweils unter QuickSleeper-Anästhesie (13.8.2013 sowie 31.8.2013) und Versorgung mittels Keramikteilkrone (10.9.2013), konservierende Versorgung des Zahnes 35 distal (Abb. 1 A/B)

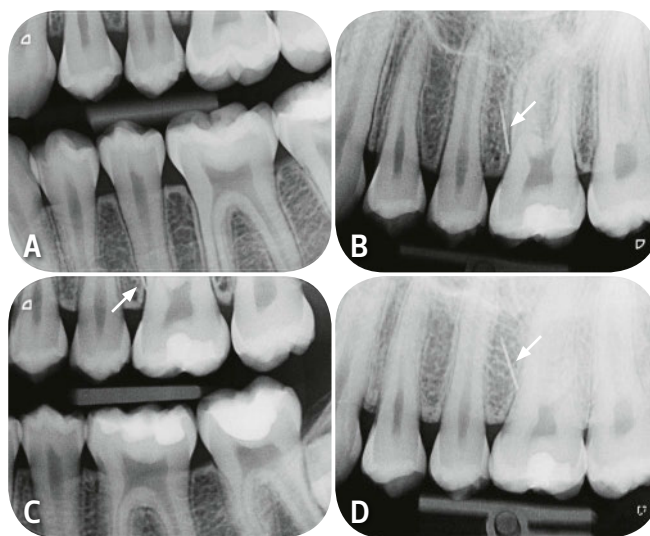
Verlauf: Die Patientin klagte retrospektiv wenige Tage später über geringe Empfindlichkeiten im Zahnzwischenraum 36/37. Klinisch war die Situation unauffällig. Im Recall am 12.9.2013 wurden bereits erhöhte klinische Sondierungstiefen und im



**Abb. 1** Ausgangssituation (A, 13.8.2013) und Situation nach Wurzelfüllung und Versorgung mittels Endokrone (B, 10.9.2013). Leichte laterale Aufhellung am distalen Aspekt der Wurzel 36 (C, 10.5.2014) und anschliessende Progredienz (D, 22.11.2014). Status nach dem erforderlichen regenerativen Eingriff mit GTR (E, 17.1.2015)



**Abb. 2** Ausgangsröntgenbild (A, 6.12.2013) und Situation bei Implantation (B, 15.4.2014) mit Knocheneinbruch mesial von 37, Abformung des Implantates mit verschraubtem Abdruckpfosten 36 (C, 19.8.2014) und zwei Wochen später Abgabe der verschraubten Implantatkrone (D, 2.9.2014)



**Abb. 3** Ausgangsröntgenbild (A, 8.10.2014) und Situation nach Nadelfraktur (B, 27.1.2015), Bissflügelaufnahme für Karieskontrolle (C, 27.1.2015) und Langzeitkontrollröntgenbild (D, 10.12.2019)

zweiten Recall acht Monate später am 10.5.2014 ein ausgeprägter Knocheneinbruch distal des Zahnes 36 im Einzelzahnrontgenbild ersichtlich (Abb. 1 C/D).

**Prozedere:** Am 17.1.2015 wurde der Defekt im Rahmen einer gesteuerten Geweberegeneration (GTR) mit Schmelzmatrixproteinen und einem synthetischen Knochenersatzmaterial gefüllt (Emdogain und Bone Ceramic; Straumann, Basel, Schweiz) und mit einer resorbierbaren Membran gedeckt (Creos xeno protect, Nobel Biocare, Kloten, Schweiz) (Abb. 1 E).

## Fall 2

**Patient:** Jahrgang 1975, Raucher, allgemeinmedizinisch gesund

**Indikation:** apikal beherdeter Zahn 36 mit bestehender Wurzelfüllung und ausgedehnter Versorgung (6.12.2013; Abb. 2 A)

**Therapie:** schonende Extraktion des Zahnes 36 mit Separation unter QuickSleeper-Anästhesie am 14.1.2014

**Verlauf:** Der Patient klagte einige Wochen später über Schmerzen mit Lösung eines Knochensequesters mesial des Zahnes 37 (ca. 15.3.2014 laut Schilderungen des Patienten).

**Prozedere:** Drei Monate nach der Zahnextraktion erfolgte am 15.4.2014 die Implantation (Straumann, Basel, Schweiz) mit gleichzeitigem Knochenaufbau mesial des Zahnes 37 (Emdogain und Bone Ceramic; Straumann, Basel, Schweiz). Der Defekt, der auch den bukkalen Aspekt des Implantates betraf, wurde mit einer resorbierbaren Membran (BioGide, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Schweiz) abgedeckt. Am 2.9.2014 erfolgte die Abutment Connection und Versorgung mittels einer verschraubten Implantatkrone (Abb. 2 B–D).

## Fall 3

**Patient:** Jahrgang 2000, Nichtraucher, allgemeinmedizinisch gesund

**Indikation:** Karies 26 okklusal (Abb. 3 A)

**Therapie:** konservierende Versorgung des Zahnes 26 unter QuickSleeper-Anästhesie

**Verlauf:** Der Patient vollzog während der Anästhesie eine ruckartige Bewegung mit dem Kopf (Handy klingelte); dabei frakturierte die Injektionsnadel (Abb. 3 B/C). Danach keine Beschwerden.

**Prozedere:** Nach Rücksprache mit einem Kieferchirurgen wurde die Nadelspitze belassen und diese Situation radiologisch beobachtet. Im Fall einer Bildung einer Osteolysezone um die Kanüle oder bei Symptomen müsste eine Entfernung in Betracht gezogen werden. *Nota bene:* Das Setzen eines Flurschadens bei Entfernung der frakturierten Nadel wäre nach Ansicht der Behandler grösser gewesen. Die radiologische Verlaufskontrolle zeigte auch fast fünf Jahre später keine Auffälligkeiten (Abb. 3 D).

## Diskussion

Die dargestellten Fälle fokussierten sich auf die IOA als Anästhesiealternative, wobei parodontale Risiken mit Beispielen von Komplikationsverläufen präsentiert und diskutiert werden sollten. In der Anwenderpraxis des Erstautors wurde die IOA-Methode während vier Jahren mehrmals täglich angewendet. Dies entspricht bei durchschnittlich 21,75 Arbeitstagen pro Monat und zirka sechs Anwendungen pro Tag bei zwei Behandlern mit jeweils einem 80%-Pensum schätzungsweise insgesamt etwa 6000 IOA-Anästhesien. Darauf basierend lag die geschätzte Komplikationsrate bei zirka 0,1 Prozent. Gemäss Herstellerangaben sollte bei der Behandlung unbedingt vermieden werden, das Lokalanästhetikum in den kortikalen Septumbereich zu injizieren, weil dieses Vorgehen eine Nekrose der Septumwand begünstigen kann (PENARROCHA-OLTRA ET AL. 2012). Um eine Nadelfraktur zu verhindern, muss der Patient über wachzunehmende Geräusche und Vibrationen aufgeklärt werden, um allfällige unerwartete Kopfbewegungen zu vermeiden. Ausserdem sollte der Winkel während der Perforation nicht geändert werden, damit die Nadel nach der Injektion ohne Rotation herausgezogen werden kann. Weitere kleinere Komplikationen, die nicht zu bleibenden Schäden am Parodont führten, wurden nicht berücksichtigt.

Die geeigneten Fälle zeigen nach Meinung der Autoren eine klare Korrelation zwischen den nachfolgenden Komplikationen bzw. Knochennekrosen. Das Ausmass der Knochenresorption und die Reaktion des Knochens waren jedoch unterschiedlich. Studien liefern Hinweise dafür, dass die Breite des interradikulären Knochenseptums eine Rolle spielt (SMALL ET AL. 2011; WOODMANSEY ET AL. 2009).



Der Hauptvorteil der IOA – auch bei wissenschaftlichen Arbeiten – ist der sofortige Wirkungseintritt ohne Mitanaästhesie der umgebenden Weichteile (PRÖBSTER ET AL. 2012; DIXIT & JOSHI 2018). Es entsteht zumeist nur eine leichte Gefühllosigkeit der Weichgewebe, die nach spätestens einer halben Stunde wieder abklingt. Zudem ist die Anästhesie schmerzlos, da der Kortikalis- und Spongiosaknochen nicht innerviert ist. In der Literatur gilt das Risiko einer Nekrose als nicht existent, wenn die Nadel osseozentral tief genug eingestochen wird (mind.  $\frac{3}{4}$  ihrer Länge). Möglicherweise kommt diese Diskrepanz dadurch zustande, dass in keiner der klinischen Studien Follow-up-Kontrollen durchgeführt wurden, die die Erfassung potenzieller Langzeitschäden nach IOA zum Ziel hatten. Es wäre denkbar, dass nur in der täglichen klinischen Praxis durch den Hauszahnarzt unter Kenntnis der vollständigen Anamnese und durch die mitunter jahrelange zahnärztliche Begleitung des Patienten die beschriebenen Komplikationen der IOA zugeordnet werden konnten.

Daraus ergibt sich, dass nach der Anwendung der IOA vermehrt darauf geachtet werden sollte, ob sich im zeitlichen Verlauf nekrotische Knochenveränderungen darstellen lassen, die mit der Anästhesietechnik in einem zeitlichen Zusammenhang stehen.

Für die Zukunft wäre es sinnvoll, wissenschaftliche Studien mit dem Ziel der Erfassung möglicher Langzeitschäden durch die IOA durchzuführen.

In der vorliegenden Arbeit wurde bewusst auf mögliche Komplikationen bei der intraligamentären Anästhesie (ILA) verzichtet, da mögliche evidente Zusammenhänge bereits dokumentiert und in der Literatur diskutiert wurden und die Autoren keine entsprechenden Komplikationen dokumentiert hatten. Trotzdem soll hier noch kurz auf diese Art der Lokalanästhesie der Vollständigkeit halber eingegangen werden. Bei der ILA wird die Anästhesielösung direkt in den Parodontalspalt des betreffenden Zahnes injiziert. Allerdings muss die Anästhesielösung dabei mit einem relativ hohen Druck verabreicht werden. Dies kann zu einem Bruch der Glaskartusche führen und/oder schmerzhaft sein. Mittlerweile gibt es verschiedene computergesteuerte Lokalanästhesiegeräte, die das Volumen, den Druck und die Geschwindigkeit, mit der die Anästhesielösung verabreicht wird, dosieren können, wodurch das Gewebe geschont wird und somit das schmerzhaftes Erlebnis der ILA minimiert wird (CSIDES ET AL. 2009). Die ILA wird ebenfalls häufig in Betracht gezogen, um die Dosis des verwendeten Anästhetikums zu minimieren, den Patientenkomfort zu verbessern, die Restweichteilanästhesie zu verringern und trotzdem eine erfolgreiche Betäubung zu ermöglichen. Nachteile der ILA sind die Schwierigkeit, die genaue Stelle für die Nadelplatzierung zu finden, der Schmerz der Injektion und das Auslaufen der bitter schmeckenden Lokalanästhesielösung (CSIDES ET AL. 2009). Publikationen zu Beginn der 1990er-Jahre warnten vor allem vor potenziellen Schäden von Zahnkeimen der permanenten Dentition (Schmelzhypoplasien, Schmelzhypomineralisationen) durch ILA im Milchgebiss. Allerdings wurden entsprechende Untersuchungen am Tiermodell durchgeführt, und sowohl die Applikationsdauer als auch die Konzentration des Anästhetikums waren nicht auf den Menschen übertragbar (DIRNBACHER 2003). Auch stand diese Methode anfänglich in dem Ruf, dass es durch den erforderlichen Injektionsdruck zu Läsionen an den parodontalen Fasersystemen kommen würde. Ein Zerreißen der empfindlichen Strukturen mit einer resultierenden Bildung von Zahnfleischtaschen wur-

de befürchtet. Zudem wurde ein möglicher Plaquetransfer durch die Injektionsnadel in die tieferen Parodontalbereiche nachgewiesen (MORSE 1974). Diese Befürchtungen wurden allerdings durch histologische Studien der letzten Dekaden widerlegt (DALLA TORRE & BURTSCHER 2019; JAIN & NAZAR 2018; KÄMMERER ET AL. 2018; RYALAT ET AL. 2018). Zwar wurden temporäre leichte Entzündungen nach intraligamentärer Anästhesie im Parodontalspalt festgestellt. Diese führten jedoch in keinerlei Hinsicht zu permanenten Schäden am Zahnhalteapparat. Ein Abreißen von Parodontalfasern wurde erst nach einem wiederholten Einstich an derselben Stelle festgestellt (PLAGMANN & JAGENOW 1984).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die IOA den Vorteil des sofortigen Wirkungseintritts ohne Mitanaästhesie der umgebenden Weichteile bei einer geringen Dosierung bietet. In der klinischen Praxis ergeben sich jedoch Hinweise auf Nekrosen von parodontalen Strukturen, die sich möglicherweise nur im Langzeitverlauf darstellen. Aufgrund dieser Erfahrungen sollten klinisch tätige Kollegen sensibilisiert werden, vermehrt auf derartige Komplikationen zu achten, die gegebenenfalls mit der Anästhesietechnik in einem zeitlichen Zusammenhang stehen.

## Abstract

LAUX M, SCHMIDLIN P R: **Periodontal complications with intrabony anesthesia** (in German). SWISS DENTAL JOURNAL SSO 130: 995–999 (2020)

During intraosseous anesthesia (IOA), the cancellous bone is infiltrated directly with the anesthetic through the cortical bone. Advantages of IOA are seen in the immediate onset of action without co-anesthetics of the surrounding soft tissue and in the low dosage. The industry-supported statement that no necroses of the periodontal structures are to be feared and that there is no risk of fracture of the injection needle is refuted by clinical progress reports from the practice. These risks are rarely mentioned in current studies; on the contrary – IOA continues to be presented as particularly low in complications. In contrast, more attention should be paid to whether necrotic bone changes can be displayed over time, which may be related to the anesthesia technique. It would be desirable to systematically conduct clinical studies in the future with the aim of recording possible long-term damage by the IOA. In the present study, this type of anesthesia is evaluated with regard to its clinical application and periodontal risks, and possible examples of the course of complication are radiographically presented and discussed based on the rather scarce literature.

## Literatur

- CSIDES M, TAUBENHEIM L, GLOCKMANN E: Intraligamentäre Anästhesie – Systembedingte Nebenwirkungen. ZWR (118): 158–166 (2009)
- DALLA TORRE D, BURTSCHER D: Intraligamentary anaesthesia as a possible anaesthetic option in oral implantology: a retrospective analysis. Int J Oral Maxillofac Surg [Epub ahead of print] available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (2019)
- DIRNBACHER T: Reduzierung unerwünschter Effekte bei der zahnärztlichen Lokalanästhesie. Jena: Friedrich-Schiller-Universität. S. 1–89 (2003)
- DIXIT U, JOSHI A: Efficacy of Intraosseous Local Anesthesia for Restorative Procedures in Molar Incisor Hypomineralization-Affected Teeth in Children. Contemp Clin Dent 9 (2): 272–277 (2018)
- FARHAD A, RAZAVIAN H, SHAFIEE M: Effect of intraosseous injection versus inferior alveolar nerve block as primary pulpal anaesthesia of mandibular posterior teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a prospective randomized clinical trial. Acta Odontol Scand 76 (6): 442–447 (2018)
- JAIN M, NAZAR N: Comparative Evaluation of the Efficacy of Intraligamentary and Supraperiosteal Injections in the Extraction of Maxillary Teeth: A Randomized Controlled Clinical Trial. J Contemp Dent Pract 19 (9): 1117–1121 (2018)
- KÄMMERER P, ADUBAE A, BUTTCHEREIT I, THIEM D, DAUBLÄNDER M, FRERICH B: Prospective clinical study comparing intraligamentary anesthesia and inferior alveolar nerve block for extraction of posterior mandibular teeth. Clin Oral Investig 22 (3): 1469–1475 (2018)
- MORSE D: Clinical endodontology. Springfield: CC Thomas. S. 1–645 (1974)
- NIESEL H, VAN AKEN H: Lokalanästhesie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde; Komplikationen und Nebenwirkungen. In H. Niesel, H. Van Aken, Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie; 2. überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme Verlag. S. 589–591 (2003)
- PEÑARROCHA-OLTRA D, ATA-ALI J, OLTRA-MOSCAR-DÓ M, PEÑARROCHA-DIAGO M, PEÑARROCHA M: Side effects and complications of intraosseous anesthesia and conventional oral anesthesia. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 17 (3): 430–434 (2012)
- PLAGMANN H, JAGENOW U: Tierexperimentelle Studie zur Reaktion der desmodontalen Gewebe auf intraligamentäre Injektion. Dtsch Zahnärztl Z (39): 677–682 (1984)
- PRÖBSTER L: Intraossäre Anästhesie als Alternative zur herkömmlichen Infiltrations- und Leitungsanästhesie. Quintessenz 63 (1): 71–76 (2012)
- RYALAT S, AL-SHAYYAB M, AMIN W, AL-RYALAT S, AL-RYALAT M, SAWAIR F: Efficacy of intraligamentary anesthesia in maxillary first molar extraction. J Pain Res 12 (11): 1829–1833 (2018)
- SMALL J, WITHERSPOON D, REGAN J, HALL E: Procedural mishaps with trephine-based intraosseous anesthesia. Tex Dent J 128 (1): 23–30 (2011)
- STEGERS C: Risiko einer Läsion des Nervus lingualis durch Leitungsanästhesie aufklärungspflichtig. Quintessenz (55): 1041–1042 (2004)
- VILLETTE A: L'anesthésie intradiploïque (transcorticale): ses moyens, ses possibilités. Chir Dent Fr (54): 45–51 (1984)
- WOODMANSEY K, WHITE R, HE J: Osteonecrosis related to intraosseous anesthesia: report of a Case. J Endod (35): 288–291 (2009)